

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-101787

(43)Date of publication of application : 04.04.2003

(51)Int.Cl.

H04N 1/41
H03M 7/30
H03M 7/40
H04N 7/30

(21)Application number : 2001-292582

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 25.09.2001

(72)Inventor : SATO YUTAKA

(54) ENCODING DEVICE AND ENCODING METHOD AND SOFTWARE PROGRAM AND TABLE DATA AND RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an encoding process capable of easily achieving the control of compressibility or the guarantee of the maximum processing time at the time of expressing and encoding coefficient data after wavelet conversion for each bit plane.

SOLUTION: This device is provided with a plurality of kinds of tables for specifying bit planes to be abandoned for each sub-band, and they are properly selected according to a condition such as applied compressibility or the maximum processing time to be guaranteed so that data amounts to be encoded can be arbitrarily set, and that a required processing time can be arbitrarily set for a device with a prescribed processing speed.

本発明の実施例で使用されるテーブルデータを示す図

| ウェーブレット サブバンド | 低周波成分 | | | | 高周波成分 | | | |
|------------------|-------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|
| | 2LL | 2HL | 2LH | 2HH | 3LH | 3HL | 3LH | 3HH |
| 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-101787

(P2003-101787A)

(43)公開日 平成15年4月4日(2003.4.4)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マ-ト*(参考)

H 0 4 N 1/41

H 0 4 N 1/41

B 5 C 0 5 9

H 0 3 M 7/30

H 0 3 M 7/30

A 5 C 0 7 8

7/40

7/40

5 J 0 6 4

H 0 4 N 7/30

H 0 4 N 7/133

Z

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2001-292582(P2001-292582)

(22)出願日 平成13年9月25日(2001.9.25)

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 佐藤 豊

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(74)代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 符号化装置、符号化方法、ソフトウェアプログラム、テーブルデータ並びに記録媒体

(57)【要約】

【課題】 ウェーブレット変換後の係数データをビットプレーン毎に表現して符号化する際に圧縮率の制御や最大処理時間の保証を容易に達成可能な符号化プロセスを提供することを目的とする。

【解決手段】 各サブバンド毎に破棄すべきビットプレーンを規定したテーブルを複数種類設け、与えられた圧縮率や保証すべき最大処理時間等の条件に応じて適宜選択することによって符号化すべきデータ量を任意に設定可能であり且つ所定の処理速度の装置に対して任意に所要処理時間を設定可能にした構成である。

本発明の実施例で使用されるテーブルデータを示す図

| | | | | | | | | |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| テーブルNO | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | 2LL | 2LH | 2HL | 2HH | 1LL | 1LH | 1HL | 1HH |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

低周波成分 ↑ 高周波成分

高周波成分 ← 低周波成分

【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像データをサブバンド毎に複数のビットプレーンで表現しビットプレーン毎に符号化する符号化装置であって、

サブバンド毎に破棄すべきビットプレーン及び符号化すべきビットプレーンのうちのいずれか一方を決定するテーブルデータを設けてなる符号化装置。

【請求項2】 前記テーブルデータはサブバンドの高周波成分程破棄するビットプレーン数が多くなるように生成されてなる請求項1に記載の符号化装置。

【請求項3】 前記テーブルデータは、符号化すべきデータ量が多くなる条件から少くなる条件まで複数種類設け、任意に選択可能な構成とされてなる請求項1に記載の符号化装置。

【請求項4】 前記複数種類のテーブルデータを与えられた圧縮率に応じて適宜選択する構成の請求項3に記載の符号化装置。

【請求項5】 前記複数種類のテーブルデータは与えられた最大処理時間に応じて適宜選択する構成の請求項3に記載の符号化装置。

【請求項6】 前記複数種類のテーブルデータは与えられた圧縮率および最大処理時間に応じて適宜選択する構成の請求項3に記載の符号化装置。

【請求項7】 前記画像データは2次元離散ウェーブレット変換後に得られる係数データよりなる請求項1乃至6のいずれか一項に記載の符号化装置。

【請求項8】 画像データをサブバンド毎に複数のビットプレーンで表現しビットプレーン毎に符号化する符号化方法であって、

サブバンド毎に破棄すべきビットプレーン及び符号化すべきビットプレーンのうちのいずれか一方を決定するテーブルデータを使用する構成の符号化方法。

【請求項9】 前記テーブルデータはサブバンドの高周波成分程破棄するビットプレーン数が多くなるように生成されてなる請求項8に記載の符号化方法。

【請求項10】 前記テーブルデータは、符号化すべきデータ量が多くなる条件から少くなる条件まで複数種類設け、適宜選択する構成の請求項8に記載の符号化方法。

【請求項11】 前記複数種類のテーブルデータは与えられた圧縮率に応じて適宜選択する構成の請求項10に記載の符号化方法。

【請求項12】 前記複数種類のテーブルデータは与えられた最大処理時間に応じて適宜選択する構成の請求項10に記載の符号化方法。

【請求項13】 前記複数種類のテーブルデータは与えられた圧縮率および最大処理時間に応じて適宜選択する構成の請求項10に記載の符号化方法。

【請求項14】 前記画像データは2次元離散ウェーブレット変換後に得られる係数データよりなる構成の請求

項8乃至13のいずれか一項に記載の符号化方法。

【請求項15】 画像データをサブバンド毎に複数のビットプレーンで表現しビットプレーン毎に符号化する符号化プロセスの実行に使用されるソフトウェアプログラムであって、サブバンド毎に破棄すべきビットプレーン及び符号化すべきビットプレーンのうちのいずれか一方を決定するために使用され、符号化すべきデータ量が多くなる条件から少くなる条件まで複数種類設けられたテーブルデータを任意に選択するためのコンピュータ用ソフトウェアプログラム。

【請求項16】 画像データをサブバンド毎に複数のビットプレーンで表現しビットプレーン毎に符号化する符号化プロセスの実行に使用されるデータであって、サブバンド毎に破棄すべきビットプレーン及び符号化すべきビットプレーンのうちのいずれか一方を決定するために使用され、符号化すべきデータ量が多くなる条件から少くなる条件まで複数種類任意選択可能に設けたテーブルデータ。

【請求項17】 サブバンドの高周波成分程破棄するビットプレーン数が多くなるように生成される請求項16に記載のテーブルデータ。

【請求項18】 請求項15に記載のソフトウェアプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項19】 請求項16又は17に記載のテーブルデータを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は画像圧縮のための符号化方法に係り、特に静止画圧縮技術の次世代国際標準方式「JPEG-2000」に合致した符号化方式の効率化を図る技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年デジタルスチルカメラ、デジタルコピーの記録部分、監視カメラ、デジタルビデオストレージ、デジタルカメラ（動画記録用）等に関わる画像記録分野における画像蓄積の効率化を目的として様々な試みがなされているが、特にこれまでこの分野における主流技術であったJPEG（Joint Photographic Experts Group）の次世代技術としてのJPEG-2000による技術が注目されている。

【0003】 図1にこのJPEG-2000による符号化プロセスの流れを示し、図2及び図3には、図1の各ステップにおける処理の概要を一部模式的に示す。

【0004】 図1において、まず、入力される画像データに対し、複数レベルの2次元離散ウェーブレット変換（DWT）を行う（101）。

【0005】 この際、図2に示す如く、予め処理する画

30

40

50

像をタイルと呼ばれる複数の矩形ブロックに分割して処理することが可能である。このように画像を複数のタイルに分割する場合は、後に続く2次元離散ウェーブレット変換(DWT)、量子化、エントロピー符号化の各処理は、このタイルの単位での処理となる。

【0006】図2は、画像を予め各々128×128画素の大きさのタイルに分割し、そのように分割されたタイル毎の画像データに対して、レベル2の2次元離散ウェーブレット変換を行った場合の様子を概念的に示す。

【0007】128×128画素の画像データは、このレベル2の2次元離散ウェーブレット変換により、大きさが32×32画素の4つのサブバンド2LL、2HL、2LH、2HH毎、及び大きさが64×64画素の3つのサブバンド1HL、1LH、1HH毎のウェーブレット係数データに変換される。

【0008】JPEG-2000では、ウェーブレット変換のフィルタ係数としては、可逆、非化逆の2通りの係数が規定されている。具体的には、可逆・非化逆を統一的に扱う場合は可逆のフィルタ係数が用いられ、より高いレート・ひずみ特性を実現する場合には非化逆のフ

ィルタ係数が用いられる。

【0009】次に、このようにして得られたウェーブレット係数データに対し、次式で示されるような式によりスカラー量子化が行われる(102)。

【0010】

【数1】

$$q = \text{sign}(a) \times \lfloor |a| / \Delta b \rfloor$$

ここで、sign(a)はウェーブレット係数データaの符号、|a|はaの絶対値、Δbはサブバンド毎に決められた量子化ステップ、

【0011】

【数2】

「」

はフロア関数を夫々示す。ただし、可逆ウェーブレット係数を用いた場合は、このスカラー量子化のステップは実施されない。

【0012】次に上述のウェーブレット変換後、あるいは量子化後の係数データを、各サブバンド毎、あるいはサブバンドを複数の矩形領域に分割したコードブロック毎にエントロピー符号化していく。

【0013】このエントロピー符号化は図1に示されるように、後段の2値算術符号器(104)に与えるコンテキストを上記係数データから生成する係数モデリングのステップ(103)と、実際に符号化を行う算術符号器(104)によるステップとよりなる。

【0014】その具体的な手順としては以下の通りである。

【0015】①一つのサブバンド、あるいはコードブロックの係数データを(符号)+(絶対値)に変換する。

【0016】この場合、係数の絶対値は、係数のビット

毎のビットプレーンに分割し、そのMSB側のビットプレーンから順にビットプレーン毎にエントロピー符号化を行う。

【0017】図3は、一例として2LLのサブバンドの係数の絶対値を各画素のビット毎にビットプレーン(ゼロビットプレーン、ビットプレーンN、ビットプレーンN-1、...、ビットプレーン1、ビットプレーン0)に分割した様子を示す。

【0018】②なお、この場合、上記ビットプレーンのうち上位ビットから数えて初めて有効なビット(0以外のビット)が出現するビットプレーンまでは、これらをゼロビットプレーンとしてエントロピー符号化は行わず、初めて0以外のビットが出現したビットプレーン(図3の場合、ビットプレーンN)からエントロピー符号化を開始する。

【0019】図3の例では、上位2ビットプレーンがゼロビットプレーンであり、3ビットプレーン目で初めて0以外のビットが出現し、このビットプレーンNからビットプレーン0までの計N+1枚のビットプレーンについてエントロピー符号化を行う。

【0020】③エントロピー符号化を行うビットプレーンに関しては、基本的に1枚のビットプレーンについて3回スキャンを実行して符号化を行なう。この符号化のためにスキャンを実行する過程をコーディングパスと称し、各パスは以下のように呼ばれている。

【0021】

1) significance propagation pass

2) magnitude refinement pass

3) cleanup pass

30 ビットプレーン上の各ビットは特定の規則に従って分類され、夫々のビットの周辺ビットの状態から生成されたコンテキストを用いていずれかひとつのパスで符号化される。

【0022】具体的には、図3に示す如く、最初に符号化するビットプレーンNは、cleanuppassのみで符号化されるが、それ以降のビットプレーンは、それぞれ上に記した3つのパスで符号化される。すなわち、N+1枚のビットプレーンが存在する場合、合計3N+1回のコーディングパスにより符号化が行われることになる。

40 【0023】④次に算術符号器(104)にて、上記の各パスで発生する符号化ビットとそれに対応するコンテキストによりエントロピー符号を生成する。

【0024】こうして生成されたエントロピー符号(MQ符号)は、図1に示す符号形成のステップ(105)で最終的なJPEG-2000のビットストリームとしてまとめられる。

【0025】符号形成部(105)では、まず、前記算術符号器(104)で生成された各パス単位で発生した符号を、複数パス毎にまとめる。このようにしてまとめられた単位をレイヤと呼ぶ。

【0026】図4は、 $3N+1$ 個のバス毎に算術符号器で生成された符号をレイヤ0からレイヤLまでのL+1個のレイヤにまとめている様子の概念を示す。同図では、上記係数データからマルチプレクサによって、該当ビットデータと、その符号化に必要なコンテキストデータとが選択されて算術符号器(104)に投入され、算術符号器によってビットプレーン毎、コーディングバス毎に符号が発生された後、上記の如く、そのようにして得られた各符号をレイヤ毎にまとめる様子が概念的に示されている。

【0027】さらに、図5に示すように、サブバンド毎、レイヤ毎にまとめられた符号を並べて最終的なビットストリームとする。ここで、サブバンド毎、レイヤ毎のまとまりをパケットと呼び、各パケットはそれぞれのパケットの情報を示すパケットヘッダーと上述の如く算術符号部で生成されたエントロピー符号とよりなる。

【0028】ここでは、入力画像データが単色である場合を示したが、例えばRGBのような複色色(成分:コンポーネント)よりなる画像の場合、同様に各色(成分:コンポーネント)毎にサブバンド毎、レイヤ毎のパケットを生成し、それらを規定された順番に並べることでJPEG-2000のビットストリームを得ることができる(図6)。

【0029】図6は、3色(コンポーネント0、1、2)より成る画像をJPEG-2000で符号化した場合のビットストリームの例を示す。

【0030】ここでJPEG-2000による符号化方式は、いったん符号化されたビットストリームを復号することなく符号状態のまま再度圧縮して、必要な圧縮率を得られるという特徴を有する。

【0031】これは、これまでに説明した如くJPEG-2000による符号は、パケットと呼ばれるコンポーネント(色成分)毎、サブバンド(解像度)毎、レイヤ毎の符号の組み合わせで構成されているため、例えばいったん符号化を行った後で、その符号化の圧縮率が所望の圧縮率より悪いという場合、復号した際の画質面からみて優先順位の低いパケットの符号データから順次破棄していくことで、比較的画質を下げることなく圧縮率を上げる操作が可能であることによる。

【0032】図6で示される符号は可逆(ロスレス)符号であるが、例えば図7に示すように、図6に示される符号の各コンポーネントの1HL、1LH、1HHのレイヤLのパケットを破棄することにより、ロッキー(非可逆)ではあるが、図6の符号をさらに圧縮した(圧縮率を上げた)符号を得ることができる(再圧縮)。

【0033】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述の再圧縮では、1画面(一枚の画像)のすべての符号化を終えてから、各パケット毎の符号の切れ目を判断して、所定のパケットの符号を破棄するという作業が必要のため、そ

の判断処理等にある程度の時間が必要となり、高速性を要求される動画の符号化処理の場合等には問題となる場合がある。

【0034】そこで本発明では、動画などの高速の符号化における適用が可能なように、符号化動作を行いながら効率的に符号量、圧縮率の制御を行うことが可能な方法を提供することを目的とする。

【0035】また、JPEG-2000による符号化方式は、上述の如く画像データをウェーブレット変換した後、その係数データをビットプレーン毎にエントロピー符号化するが、画像によってウェーブレット変換後の、ゼロビットプレーンの数が異なり、すなわち符号化すべきビットプレーン数が異なる可能性がある。このため算術符号器での処理速度が一定である場合、画像によって符号化に要される処理時間が異なり、動画の符号化などでは例えば30フレーム/sの制限処理時間の条件を満足できない場合が生じ得る恐れがある。

【0036】そこで本発明では、動画などに対する高速の符号化の場合であっても、所定の処理時間内に処理可能なように符号化を制御する方法を提供することを第2の目的とする。

【0037】更に、本発明では、上記符号量制御、及び符号化処理時間の制御を同一の装置で同時に実現することが可能な符号化方法を提供することを第3の目的とする。

【0038】

【課題を解決するための手段】上記課題の解決のため、本発明によれば、画像データをサブバンド毎に複数のビットプレーンで表現しビットプレーン毎に符号化する符号化プロセスにおいて、予め、サブバンド毎に破棄すべきビットプレーン及び符号化すべきビットプレーンのうちのいずれか一方を決定するテーブルデータを、符号化すべきデータ量が多くなる条件から少くなる条件まで複数種類設けておき、与えられた種々の仕様条件に応じてそれらのうちから任意の条件のテーブルデータを選択する構成とした。

【0039】そして、上記種々の仕様条件は、所望の圧縮率であったり、或いは最大処理所要時間とされ、それらの仕様条件に応じて任意のテーブルデータを単に選択することにより、任意に且つ容易に圧縮率を制御可能であり、或いは動画等の圧縮処理等の場合においても容易に最大処理所要時間を保証できるため、リアルタイムの画像処理を達成し得る。更に、圧縮率の制御と最大処理時間の保証との両方を同時に達成可能である。

【0040】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施例について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0041】本発明の実施例では、あらかじめ用意したテーブルデータにしたがって、各コンポーネント毎、各サブバンド毎にエントロピー符号化を行うビットプレー

ンの数、あるいは実行するコーディングパスの数を決定して最終的に生成される符号量を制御する。このテーブルデータの例を図8に示す。

【0042】図8の例では、テーブルが0から7（テーブルNO）まで設けられ、各テーブルは各サブバンドにおいてLSBのビットプレーンから数えて何枚のビットプレーンを破棄するかの枚数を表している。例えば、このテーブルデータのうち、テーブル3を選択した場合、サブバンド2LLに関しては、ゼロビットプレーンを除く全てのビットプレーンを符号化し、サブバンド2HL、2LHの夫々に関しては、ゼロビットプレーンと最下位ビットの1枚のビットプレーンを除く全てのビットプレーンを符号化し、サブバンド2HH、1HL、1LHの夫々に関しては、ゼロビットプレーンと最下位ビットのビットプレーンから数えて2枚のビットプレーンを除く全てのビットプレーンを符号化し、サブバンド1HHに関しては、ゼロビットプレーンと最下位ビットのビットプレーンから数えて3枚のビットプレーンを除く全てのビットプレーンを符号化する。

【0043】この様子を図9に示す（テーブル3を選択した場合）。

【0044】同図に示す如く、ゼロビットプレーンの枚数は画像によってサブバンド毎に異なるが、破棄すべきビットプレーンの枚数を規定することによって算術符号器（104）で発生される符号の符号量を制御することができる。

【0045】図8のテーブルデータの例では、テーブル7を選択した場合、ゼロビットプレーン以外の全てのビットプレーンを符号化することとなるためロスレスの符号化となり、テーブル6、5、4、...と図8の上側に移行するにしたがって、破棄するビットプレーンの枚数が増え、圧縮率が大きくなることになる。また、図8において、各テーブルにおいて右側に向かうにしたがって、すなわち高周波のサブバンドに向かうにしたがって破棄するビットプレーンの枚数が増す。このようにテーブルデータを構成することにより、比較的画質の劣化を招くことなく圧縮率を向上させ得る。

【0046】なお、ここでは、例として単色の画像の符号化について説明したが、複数色（コンポーネント）の画像についても同様に、同様のテーブルデータを使用することによって結果的に発生する符号の符号量を制御することが可能である。この場合、各コンポーネント毎に独自のテーブルデータを設けることもできるし、或いはコンポーネントによらず共通のテーブルデータを使用して制御することも可能であることは言うまでも無い。

【0047】又、図8に示すテーブルデータでは、破棄するビットプレーンの枚数を規定しているが、逆にゼロビットプレーン以外に符号化するビットプレーン枚数を規定するテーブルデータとすることも可能である。また、ビットプレーン枚数ではなく、先に説明した符号化

のコーディングパスの数（図3参照）を規定（制限）することも可能であり、そのように構成することにより、より細かく符号量の調整を行うことができる。

【0048】次に、上記のと如く予め複数種類のテーブルデータを用意しておき、そのなかから1つのテーブルデータを選択する方法について説明する。

【0049】第1の方法は、一枚の画像を一度、適当なテーブルデータを用いて符号化し、それによって得られた符号圧縮率が予定より悪ければさらに小さなテーブルナンバー（圧縮率を上げる方向）のテーブルデータを選択して、そのテーブルデータにしたがって再度符号化する（やり直し）というものである。

【0050】さらに、この際、例えば最初に図8の符号化でテーブル7を用いてロスレスで圧縮し、その際に符号化と同時にテーブルに示される各ビットプレーン毎に発生される対応する符号の符号量の値をデータとして残しておくようにすることが可能である。そうすることによって、図10に示す如く、夫々の場合毎に符号化するビットプレーン枚数を掛け合わせることによって、テーブル0～7の夫々にしたがって符号化した際の各符号量を算出して予測することが可能なため、このデータを参照することにより、2回目の符号化では最適な圧縮率を得ることのできるテーブルを選択することが可能となる。

【0051】上に説明した例では、一枚の画像を少なくとも2回は符号化する必要があり、比較的手間を要する。そこで、動画の符号化などの場合には、この点を解決するため、最初のフレームを適当なテーブルを用いて符号化し、次のフレームを符号化する際は、前のフレームの圧縮率が予定より悪ければより圧縮率の上がるテーブルを用いて符号化し、前のフレームの圧縮率が予定より良ければ同じテーブルかあるいは符号量の多くなるテーブルを用いて符号化を行うよう構成することもできる。このようにすることによって、リアルタイムで符号化を行なうことが可能となる。

【0052】また、図11に示すように、前述の如く一枚の画像を複数枚びタイルに分割して符号化する場合には、一つ前に符号化したタイルの符号量データから、上記のフレーム毎の処理の場合と同様に、次のタイルを符号化する時に使用するテーブルを決定するよう構成することもできる。

【0053】次に、符号化処理時間を所定の時間内に収める方法について、図12を用いて説明する。この場合も、先ほどと同様のテーブルデータを使用するものとする。

【0054】まず、ウェーブレット変換（101）が終了した時点で各サブバンド毎のゼロビットプレーン枚数が判明する。その結果が、例えば図12のゼロビットプレーン数（Z）で示したように、2LL：1ビットプレーン、2HL：1ビットプレーン、2LH：2ビットプレーン

ン、...であったとする(図9に示す例が対応する)。

【0055】さらに、ウェーブレット変換後に得られた係数データのビット数がわかっているため、そこからゼロビットプレーンに対応するビット数の値を差し引くことで、可逆で符号化する場合に各サブバンド毎に符号化することになるビットプレーン枚数が計算できる。図12の例では、可逆符号化時の符号化ビットプレーン数(P)で表している。

【0056】ここで図8のテーブルデータを用い、テーブル0を用いた場合に、符号化すべきサブバンド毎のビットプレーン枚数を算出する。この場合、例えば、2LLでは1ビットプレーンを破棄するため、符号化するのは $6-1=5$ ビットプレーン、2HLでは2ビットプレーン破棄するので符号化するのは $6-2=4$ ビットプレーン、...となる。その結果が図12において、テーブル0を用いた際の処理ビットプレーン数として示されている。

【0057】ここで、各サブバンド毎の係数データのデータ量は異なっている。図9で示すように、2LL、2HL、2LH、2HHの各サブバンドには 32×32 画素分の係数データが存在し、1HL、1LH、1HHの各サブバンドには 64×64 画素分の係数データが存在する。ここで便宜上 32×32 画素分のデータ量を1単位とすると、図12のデータ数(D)で表されているように、各サブバンド毎の係数データのデータ量は、夫々1, 1, 1, 1, 4, 4, 4となる。

【0058】以下に示すように、先ほど算出したテーブル0を用いた場合に符号化すべきビットプレーン枚数と、これらのサブバンド毎のデータ量により、テーブル0を用いた場合に符号化すべきデータ量 34 (32×32 画素分を1単位として)が求まる。

5 (2LLのビットプレーン数) $\times 1$ (2LLのデータ量)
 $+ 4$ (2HLのビットプレーン数) $\times 1$ (2HLのデータ量)
 $+ 3$ (2LHのビットプレーン数) $\times 1$ (2LHのデータ量)
 $+ 2$ (2HHのビットプレーン数) $\times 1$ (2HHのデータ量)
 $+ 1$ (1HLのビットプレーン数) $\times 4$ (1HLのデータ量)
 $+ 3$ (1LHのビットプレーン数) $\times 4$ (1LHのデータ量)
 $+ 1$ (1HHのビットプレーン数) $\times 4$ (1HHのデータ量) $= 34$

さらに、図8のテーブルデータのテーブル1～テーブル7の各々を用いて符号化した場合に符号化すべきデータ量も同様に求めることができる。この結果が図12の右端の列に記載してある数字(符号化時のデータ量)である。

【0059】例えばテーブル3の場合(図9の例がこれに対応する)の計算例を以下に示す。

6 (2LLのビットプレーン数) $\times 1$ (2LLのデータ量)
 $+ 5$ (2HLのビットプレーン数) $\times 1$ (2HLのデータ量)
 $+ 4$ (2LHのビットプレーン数) $\times 1$ (2LHのデータ量)

データ量) $+ 3$ (2HHのビットプレーン数) $\times 1$ (2HHのデータ量)
 $+ 2$ (1HLのビットプレーン数) $\times 4$ (1HLのデータ量)
 $+ 4$ (1LHのビットプレーン数) $\times 4$ (1LHのデータ量)
 $+ 2$ (1HHのビットプレーン数) $\times 4$ (1HHのデータ量) $= 50$

算術符号器(104)における符号化の速度は回路構成上決まるものであり、ここでは算術符号器によって 32×32 画素分(上記1単位)のデータ量を符号化処理できる時間を仮にX(ns)とする。例えば1枚の画像を最大Y(ns)で処理する必要がある場合、算術符号器が処理できる単位時間あたりの最大のデータ量は、 Y/X となるので、先ほど求めたテーブル1～テーブル7の夫々を用いて符号化した場合、符号化すべきデータ量のデータから、そのデータ量が Y/X を超えない最大のテーブルを選択して符号化することで符号化処理時間を所定の時間内に収めることができる。

【0060】また、1枚の画像をタイルに分割して符号化する場合には、タイル毎に同様の処理をすることで上記同様最大の処理時間を保証する符号化が実施可能である。

【0061】このように、テーブルデータを使用し、多少制御方法を変える(図8のテーブルデータに含まれるテーブルの選択)だけで符号化の結果発生される符号量を制御することと同時に画像の最大処理時間を保証することを達成することができる。

【0062】また、上記の如く、図8に示す如くのテーブルデータは、復号した場合に画質に与える影響の少ない順番に破棄するビットプレーンを決めて行くことで、必要な圧縮率に対して復号時に得られる画像の画質の劣化を最小限にすることが可能である。

【0063】なお、本発明は、図8に示す如くのテーブルデータから所望のテーブルを選択する動作を実行するための回路をLSI等のIC上に構成し、そのICをデジタルスチルカメラ等に組み込んで撮影画像を圧縮して記録媒体に記録する際に使用するよう構成することによって実施可能であり、或いは、上記動作をコンピュータに実行させるソフトウェアプログラム或いはファームウェアの形態で提供し、それをデジタルカメラ等にインストール・埋め込むことによっても実施可能である。更に、上記ソフトウェアプログラム或いは図8に示す如くのテーブルデータを記録したCD-ROM等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体の形態でも実施可能であることは言うまでもない。

【0064】

【発明の効果】このように、本発明によれば、テーブルデータを用いて符号量の制御をするため、高速性を必要とする符号化処理においても、処理の遅延を招くことなく必要な圧縮率を容易に達成可能である。

【0065】又、テーブルデータを用いて符号化するデータ量を制御するため、符号化に要する処理時間をも制

御可能であり、動画の符号化等においてもリアルタイムの符号化処理を実現可能である。

【0066】更に、上記符号量の制御と所要処理時間の保証の両方を容易に確実に達成し得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用可能なJPEG-2000にしたがった符号化プロセスの一例を示すプロセス図である。

【図2】図1の符号化プロセスのうちのウェーブレット変換処理を説明するための図である。

【図3】図1の符号化プロセスにおけるビットプレーンの概念を説明するための図である。

【図4】図1の符号化プロセスにおける、算術符号器で得られた符号をレイヤ毎にまとめる処理を説明するための図である。

【図5】図1の符号化プロセスにおける、サブバンド毎、レイヤ毎にまとめられたパケットによるビットストリームの概念を示す図である。

【図6】図5のビットストリームを構成する符号を色成分（コンポーネント）毎、サブバンド毎に並べた状態を示す図である。

【図7】図6の構成において、ロッシーな圧縮を行なう場合の概念を示す図である。

【図8】本発明の実施例で使用されるテーブルデータを示す図である。

【図9】各サブバンド毎のビットプレーン構成において破棄するビットプレーンの一例を示す図である。

【図10】図8のテーブルデータの各テーブル毎の符号化すべきデータ量の一例を示す図である。

【図11】画像をタイルに分割して符号化処理する場合に本発明を適用した場合の概念を示す図である。

【図12】本発明の実施例の符号化処理において、図8のテーブルデータの各テーブルを用いた場合の符号化すべきデータ量の計算方法の一例を説明するための図である。

【符号の説明】

- | | |
|-----|------------------|
| 101 | 2次元離散ウェーブレット変換処理 |
| 102 | 量子化処理 |
| 103 | 算術符号器（算術符号化処理） |
| 104 | 係数モデリング処理 |
| 105 | 符号形成処理 |

【図1】

【図2】

本発明を適用可能なJPEG-2000にしたがった符号化プロセスの一例を示すプロセス図

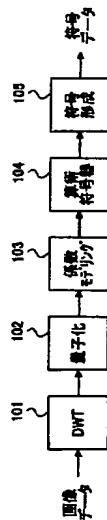
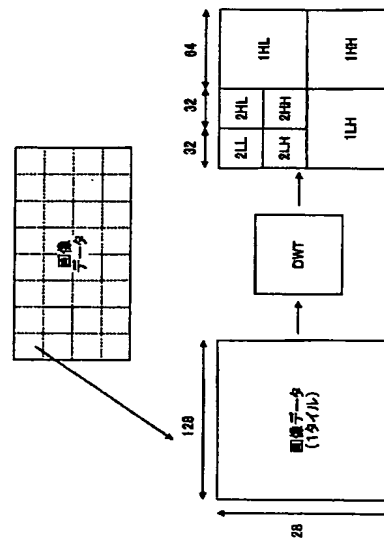
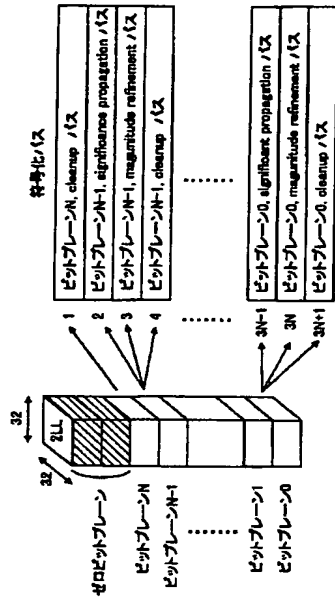


図1の符号化プロセスのうちのウェーブレット変換処理を説明するための図



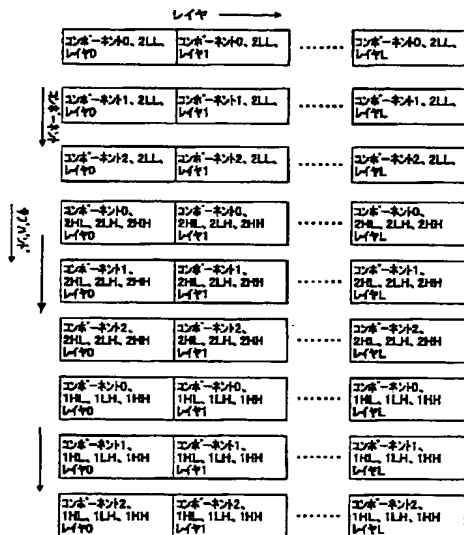
【図3】

図1の符号化プロセスにおけるビットプレーンの概念を説明するための図



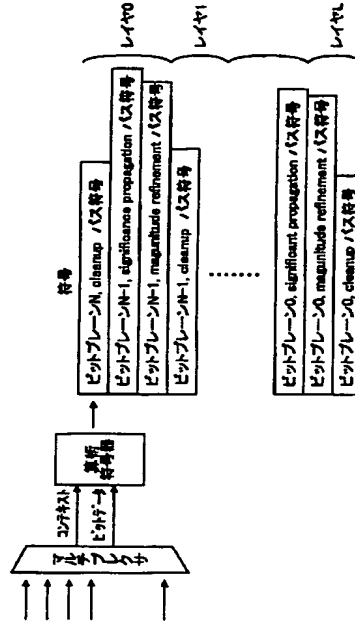
【図6】

図5のビットストリームを構成する符号を色成分(コンポーネント)毎、サブバンド毎に並べた状態を示す図



【図4】

図1の符号化プロセスにおける、算術符号器で得られた符号をレイヤ毎にまとめる処理を説明するための図



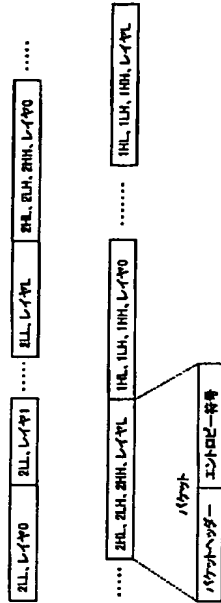
【図8】

本発明の実施例で使用されるテーブルデータを示す図

| テーブルNO | 2LL | 2LH | 1HL | 1LH | 1HH | 重圧縮率 | |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| | | | | | | 重圧縮率 | 軽圧縮率 |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 2 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| 4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

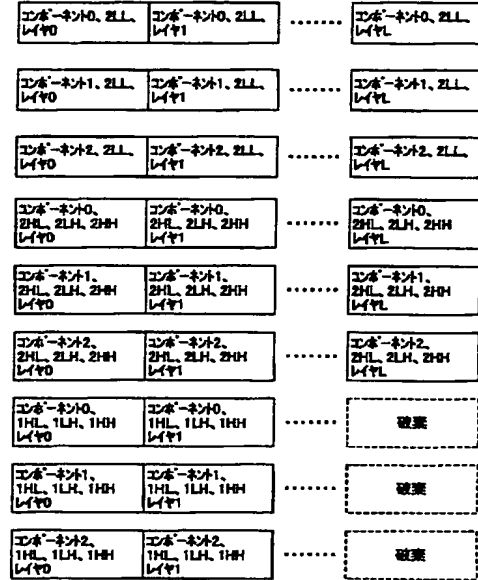
【図5】

図1の符号化プロセスにおける、サブバンド毎、レイヤ毎にまとめられたパケットによるビットストリームの概念を示す図



【図7】

図6の構成において、ロシヤな圧縮を行なう場合の概念を示す図



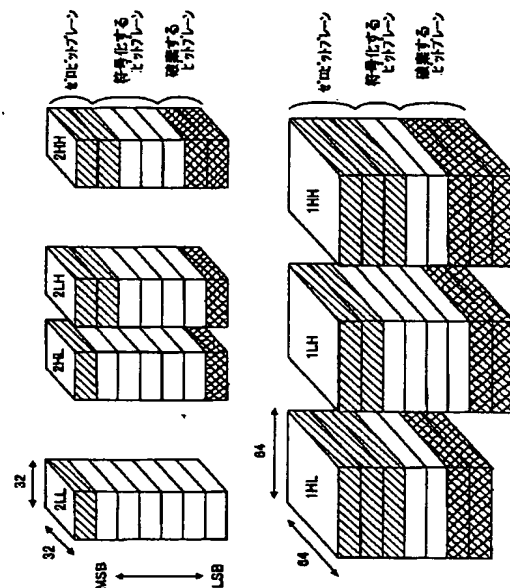
【図9】

【図10】

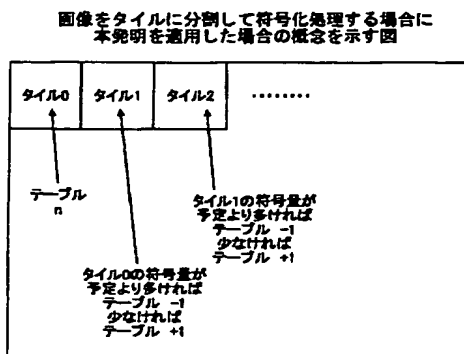
図8のテーブルデータの各テーブル毎の符号化すべきデータ量の一例を示す図

| テーブルNO | 符号量 |
|--------|--------|
| 0 | q0/バイト |
| 1 | q1/バイト |
| 2 | q2/バイト |
| 3 | q3/バイト |
| 4 | q4/バイト |
| 5 | q5/バイト |
| 6 | q6/バイト |
| 7 | q7/バイト |

各サブバンド毎のビットプレーン構成において破棄するビットプレーンの一例を示す図



【図11】



【図12】

本発明の実施例の符号化処理において、図8のテーブルデータの
各テーブルを用いた場合の符号化すべきデータ量の計算方法の
一例を説明するための図

| | 2LL | 2HL | 2MH | 1HL | 1MH | 符号化後の データ量 |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|
| データ数(D) | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | |
| ゼロビットフレーム数(Z) | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | |
| 可逆符号化時の 符号化ビットフレーム数(P) | 0 | 0 | 5 | 4 | 0 | |
| テーブル0を用いた際の 処理ビットフレーム数 | 0 | 4 | 3 | 2 | 1 | 34 |
| テーブル1を用いた際の 処理ビットフレーム数 | 0 | 0 | 4 | 3 | 1 | 38 |
| テーブル3を用いた際の 処理ビットフレーム数 | 0 | 0 | 4 | 3 | 2 | 50 |
| テーブル4を用いた際の 処理ビットフレーム数 | 0 | 0 | 5 | 4 | 0 | 78 |
| テーブル5を用いた際の 処理ビットフレーム数 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 82 |

フロントページの続き

Fターム(参考) 5C059 KK15 MA00 MA24 MA35 MC11
 MC38 ME11 PP04 PP15 SS12
 SS14 SS15 SS20 TA43 TA49
 TA58 TB00 TC18 TC38 TD11
 UA02 UA38 UA39
 5C078 AA04 BA53 BA64 CA31 DA01
 DB19
 5J064 AA02 BA09 BA16 BC16 BC18
 BD01

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.